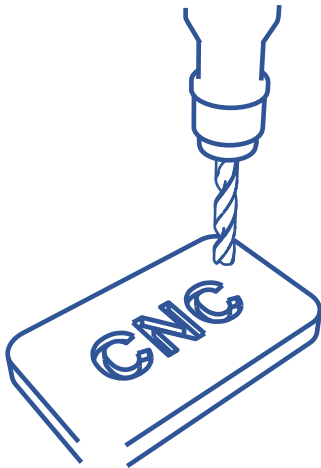


Zautomatyzowane systemy produkcyjne

Procesy i systemy produkcyjne
Obrabiarki konwencjonalne, NC i CNC
Rynek CNC



Materiały
<http://staff.uz.zgora.pl/ipajak>
<http://staff.uz.zgora.pl/gpajak>

Literatura

- Grzesik W., Nieśłony P., Kiszka P.: Programowanie obrabiarek CNC, PWN, 2020
- Harbat W.: Obsługa i programowanie obrabiarek CNC Podręcznik operatora, KaBe, 2023
- Honczarenko J.: Obrabiarki sterowane numerycznie, WNT, 2008
- Nikiel G., Programowanie obrabiarek CNC na przykładzie układu sterowania Sinumerik 810D/840D, Bielsko-Biała 2004
- Podstawy obróbki CNC, REA, 2013
- Siemens, Sinumerik 840D sl / 828D Podstawy, Podręcznik programowania, 2011
https://cache.industry.siemens.com/dl/files/635/28705635/att_75732/v1/PG_0310_pl_pl-PL.pdf

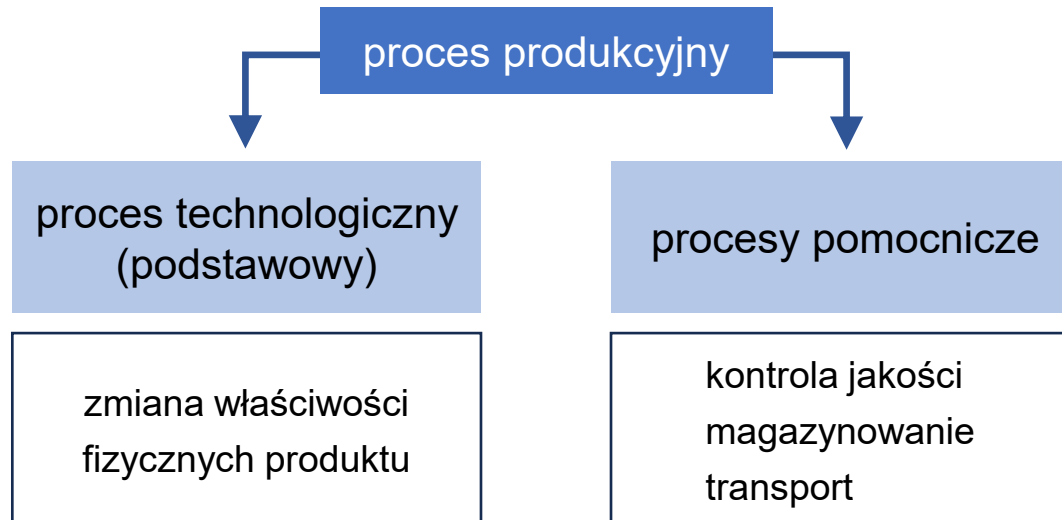
Oprogramowanie

SinuTrain for SINUMERIK Operate (ver 4.8 Ed.2)

<https://www.siemens.com/pl/pl/produkty/automatyka/systemy/cnc4you/sinutrain/v4-8.html>

Procesy i systemy produkcyjne

Procesy produkcyjne



Proces produkcyjny (proces produkcji, produkcja)

ciąg działań przekształcających surowce i półfabrykaty w produkty gotowe (finalne).

Proces technologiczny

zasadnicza część procesu produkcyjnego, zbiór operacji, które prowadzą do zmiany własności fizykochemiczne surowców lub wykonania połączeń elementów.

Proces pomocniczy

zbiór czynności, które ułatwiają wykonanie procesu technologicznego, np. kontrola jakości, magazynowanie, transport (wewnętrzny i zewnętrzny), itp.

Systemy produkcyjne

System produkcyjny

celowo zaprojektowany układ materialny, energetyczny i informacyjny służący wytworzeniu określonych produktów w celu zaspokajania potrzeb konsumentów.

Zautomatyzowany system produkcyjny

system produkcyjny, w którym praca człowieka (fizyczna i umysłowa) została w znaczący sposób zastąpiona przez pracę maszyn.

Elastyczny proces produkcyjny

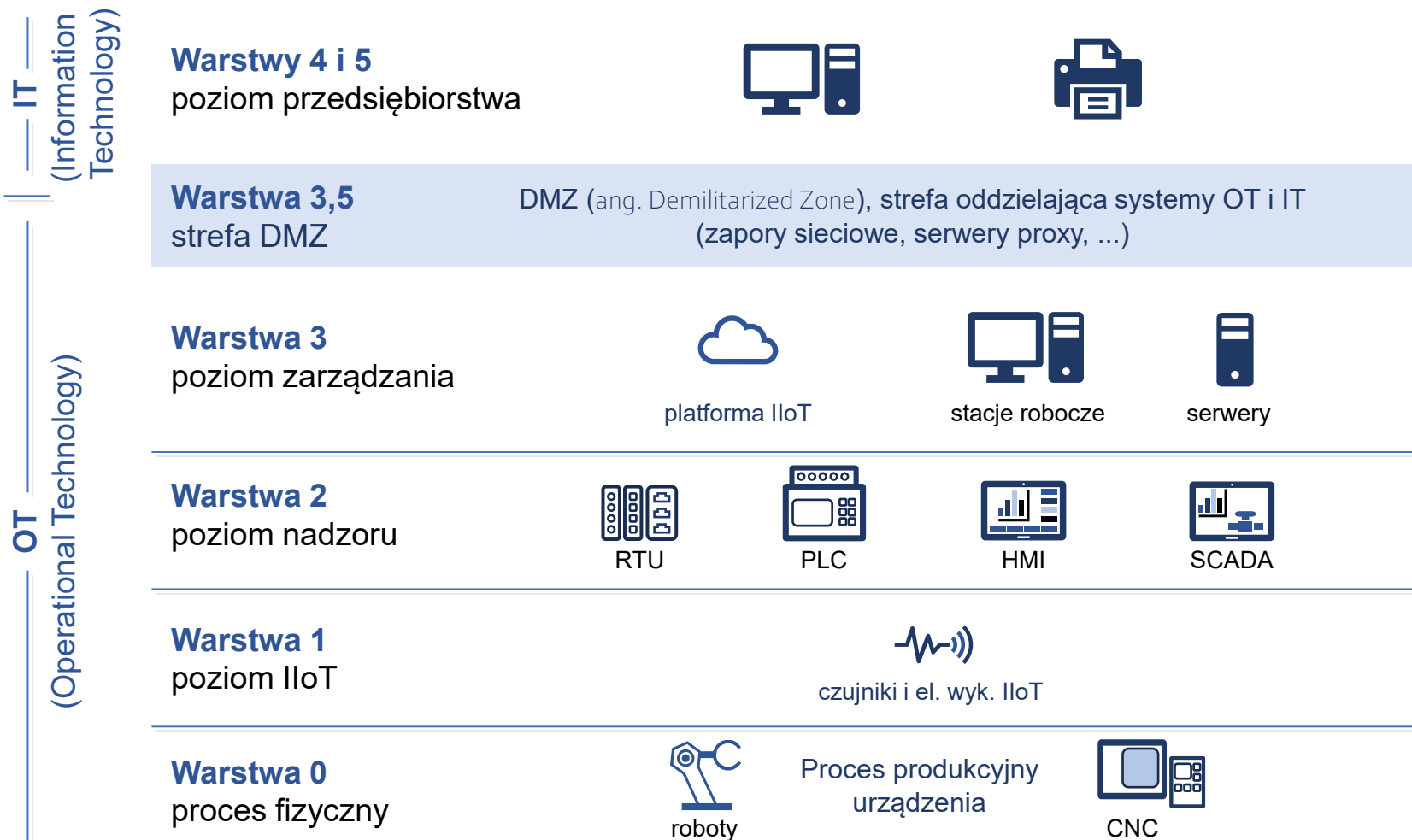
proces produkcyjny, który płynnie dostosowuje się do nowych warunków i zmiennych dzięki zaawansowanym technologiom i strategiom, które umożliwiają szybkie zmiany typów produktów i dostosowanie poziomów produkcji w celu zaspokojenia zmian popytu;

cechy charakterystyczne:

- wykorzystanie elastycznego sprzętu (zautomatyzowanych obrabiarek NC, CNC), centrów obróbkowych, elastycznych gniazd, systemów czy linii obróbkowych,
- automatyzacja,
- integracja systemów (komunikacja w czasie rzeczywistym).

Współczesny system produkcyjny (model Purdue – ENISA)

Model architektury systemów przemysłowych opracowany przez [Agencję Unii Europejskiej ds. Cyberbezpieczeństwa ENISA](#) w celu uwzględnienia urządzeń [Przemysłowego Internetu Rzeczy IIoT](#) (ang. Industrial Internet of Things).



Obrabiarki konwencjonalne, NC i CNC

Obrabiarki

technologiczne maszyny robocze do obróbki detali w celu nadania im wymaganego kształtu, wymiarów i gładkości powierzchni.

Obrabiarki skrawające

maszyny do kształtowania metodami skrawania (usuwania nadmiaru materiału) przedmiotów z metali i innych materiałów skrawalnych (tw. sztucznych, drewna, itp.).

Podstawowe zespoły obrabiarek

- silnik (lub silniki) elektryczny stanowiący źródło energii do poruszania mechanizmów;
- mechanizmy (przekładnie) do przeniesienia ruchu z silnika na zespoły robocze;
- zespoły robocze (wrzeciono, suport, suwak, stół) wykonujące ruchy podczas obróbki;
- urządzenia do połączenia narzędzi i przedmiotu obrabianego z zespołami roboczymi (uchwyty, zaciski, imaki narzędziowe);
- urządzenia sterujące prędkością, kierunkiem, itp. umożliwiające kierowanie i nadzór przez pracownika lub pracę automatyczną.

Klasyfikacja obrabiarek skrawających

Wyróżnikiem klasyfikacyjnym rodzajów obrabiarek jest podstawowy sposób obróbki, do jakiego dana obrabiarka jest przeznaczona:

Tokarka

obrabianka przeznaczona do obróbki przedmiotów o kształtach brył obrotowych (walec, stożek, gwint, itp.), narzędzie: nóż tokarski lub wiertło, obróbka: toczenie;

Frezarka

obrabianka przeznaczona do obróbki powierzchni płaskich, krzywoliniowych, rowków, wgłębień itp., narzędzie: frez, obróbka: frezowanie;

Szlifierka

obrabianka przeznaczona do obróbki wykańczającej (końcowej) przedmiotów będących półfabrykatami, narzędzie: ściernica, obróbka: szlifowanie;

Wiertarka

obrabianka przeznaczona do wiercenia, rozwiercania i pogłębiania otworów (możliwe inne zastosowania), narzędzie: wiertło, obróbka: wiercenie;

Inne: piły, dłutownice, strugarki, młoty mechaniczne, walcarki, ...

Historia obrabiarek

III tysiąclecie p.n.e. (Egipt)

najstarsze prymitywne formy obrabiarek do drewna z napędem ręcznym (sznur napięty na cięciwie łuku, tzw. wiertarki smyczkowe (w Europie we wczesnym średniowieczu);

ok. 1500

Leonardo da Vinci opracował projekty (nie zostały zbudowane) tokarki z napędem nożnym i kołem zamachowym oraz wiertarki;

1805

pierwsza maszyna sterowana za pomocą programu (krosno Jacquarda, karty perforowane);

1833 – 1845

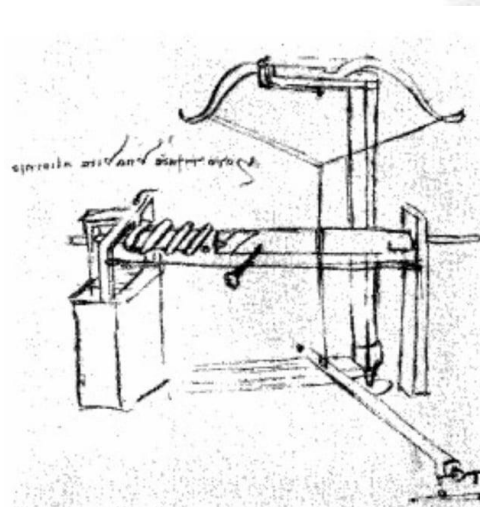
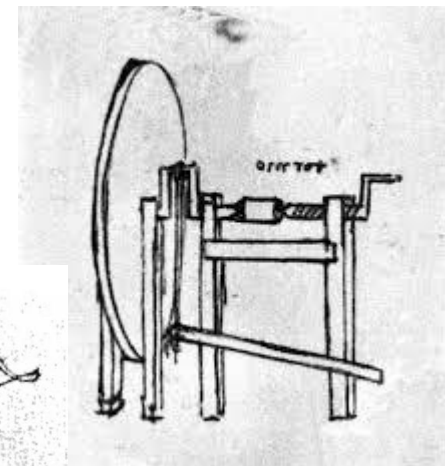
pierwsze tokarki z suportem mechanicznym;

koniec XIX w.

napęd elektryczny

nowe materiały narzędziowych

początki automatów tokarskich



Historia obrabiarek

1955–60

pierwsze obrabiarki sterowane numerycznie NC (taśma dziurkowana)

1970–75

obrabarki sterowane numerycznie komputerowo CNC

dalszy rozwój

centra obróbkowe

obrabarki sterowane numerycznie wyposażone w magazyn narzędzi umożliwiające składowanie i automatyczną wymianę narzędzi

autonomiczne stacje obróbkowe

centrum obróbkowe wraz z urządzeniami sterującymi i kontrolnymi oraz urządzeniami do magazynowania i transportu przedmiotów i narzędzi

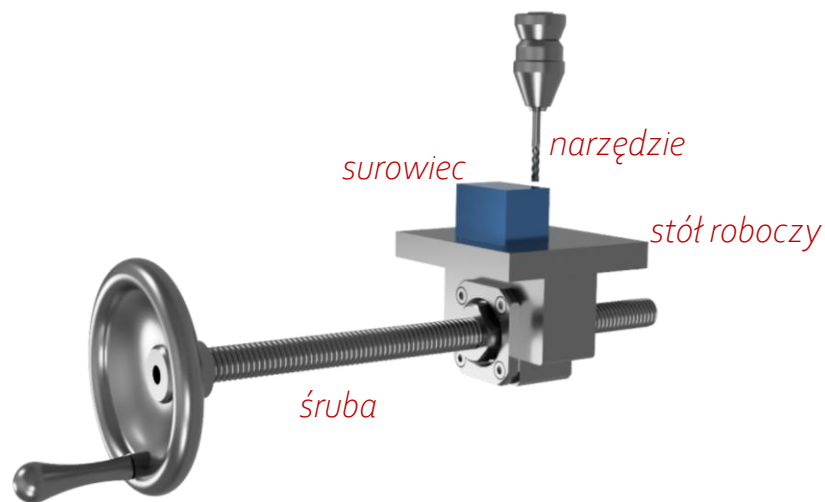
elastyczne gniazda wytwórcze

system wielu obrabiarek i urządzeń wytwórczych

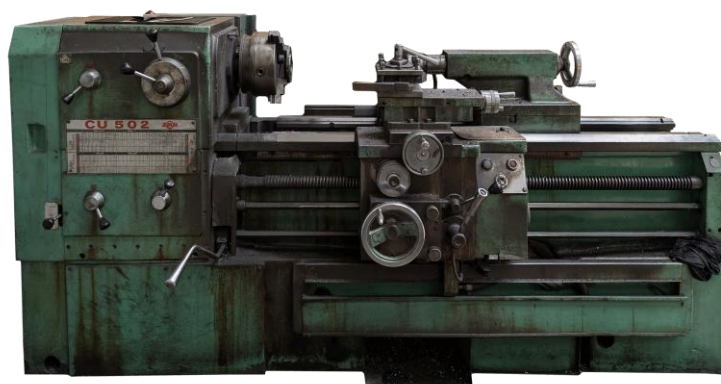
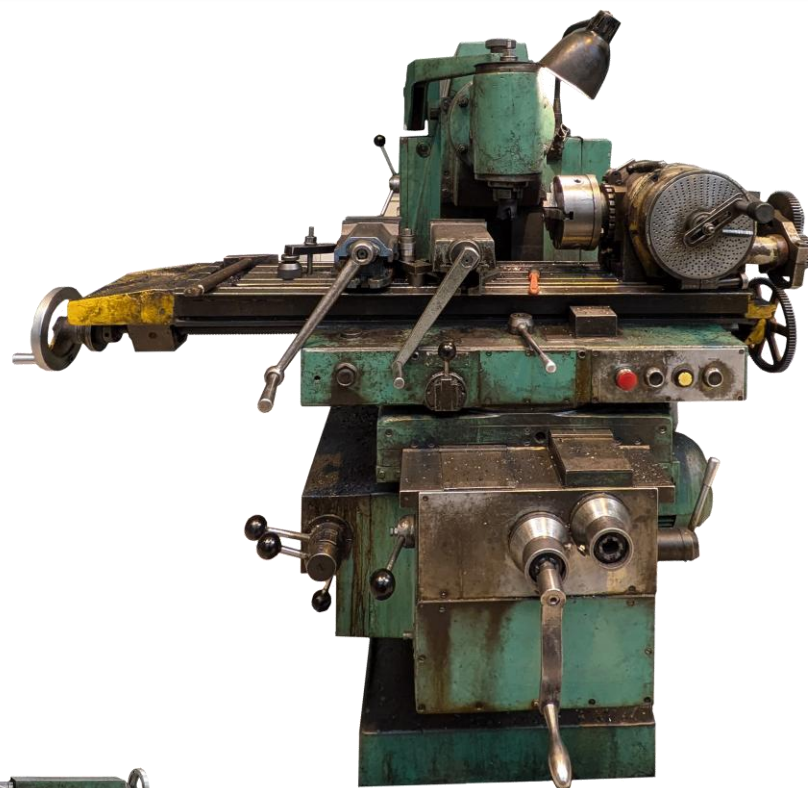
Obrabiarki konwencjonalne (ręczne)

Obrabiarka konwencjonalna

- ręczne zakładanie i zdejmowanie przedmiotu,
- ręczne zakładanie narzędzi,
- ręczne sterowanie pracą maszyny (dźwignie, pokrętła, przyciski)



Obrabiarki konwencjonalne

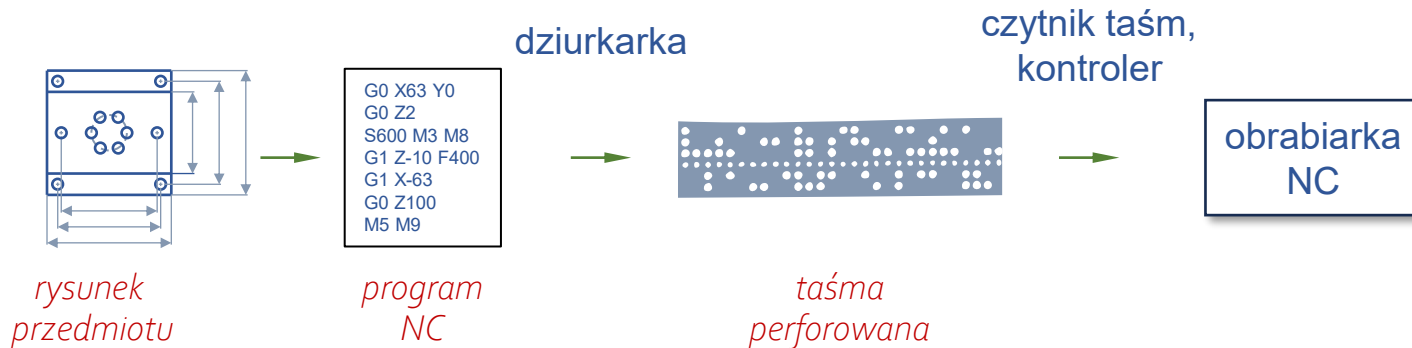


frezarka ZMM Bulgaria
model PU 251
z osprzętem

tokarka ZMM Bulgaria model CU 502

Obrabiarki NC

Obrabiarki NC (*ang. Numerical Control*) – obrabiarki sterowane numerycznie



Sterowanie numeryczne

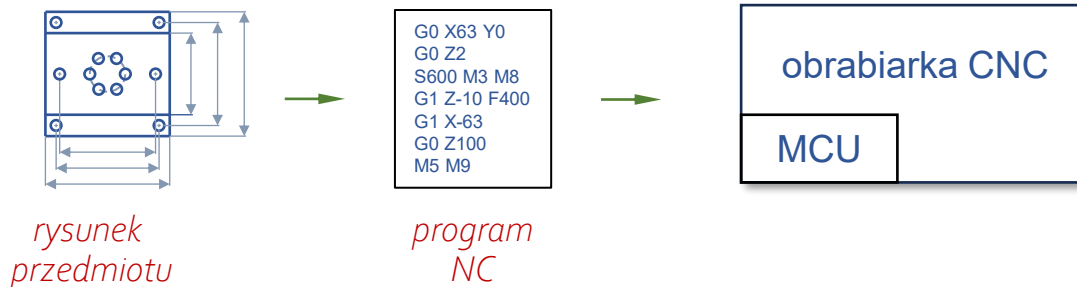
sterowanie pracą obrabiarki za pomocą zakodowanych instrukcji numerycznych (instrukcje kodowane na kartach, taśmach perforowanych, taśmach magnetycznych)



Moog Hydra-Point 83-1000 MC

Obrabiarki CNC

Obrabiarki CNC (*ang. Computer Numerical Control*) – obrabiarki sterowane komputerowo



MCU (*ang. Machine Control Unit*)

jednostka sterująca maszyny, tzn. specjalizowany komputer, który:

- odczytuje instrukcje z programu NC,
- konwertuje instrukcje na sygnały sterujące silnikami i siłownikami poszczególnych osi obrabiarki.

Funkcje MCU

- kontrola prędkości i kierunku ruchów,
- koordynacja ruchu wielu osi,
- monitorowanie działania maszyny i sygnalizacja błędów.

Obrabiarki CNC



*tokarka DMG MORI
model CLX 350*



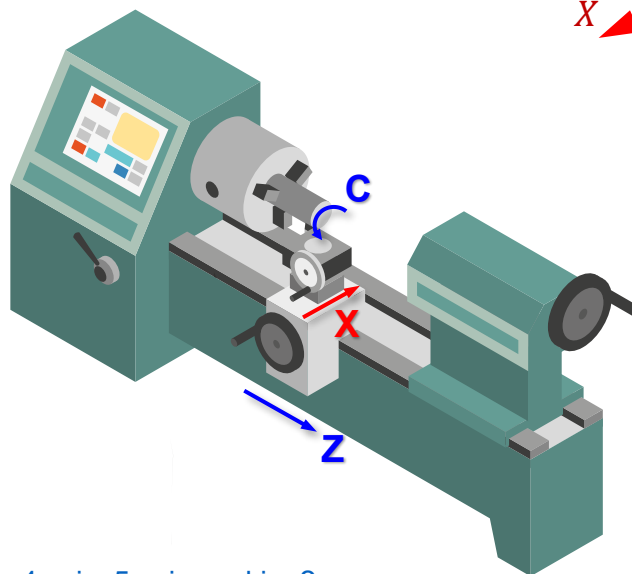
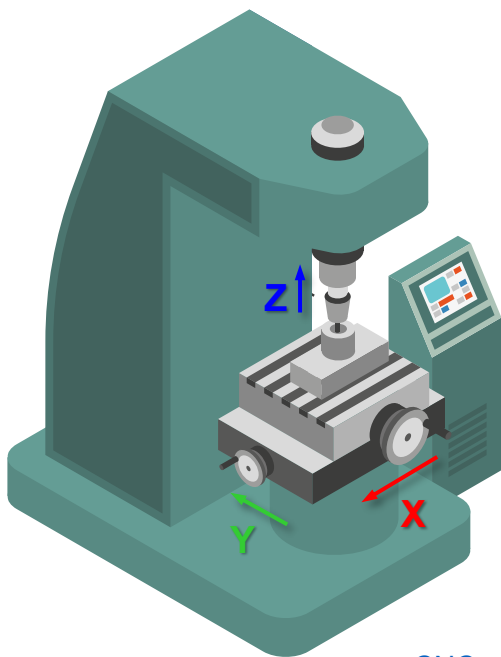
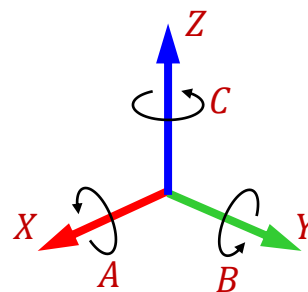
frezarka DMG MORI model CMX 600 V

Osie sterowane numerycznie

Oś sterowana numerycznie

oś, której ruch jest sterowany w sposób ciągły na podstawie poleceń zapisanych w programie; z każdą osią związany jest oddzielny napęd, ruch osi może mieć charakter:

- liniowy (osie oznaczane symbolami X , Y , Z),
- obrotowy (osie oznaczane symbolami A , B , C).



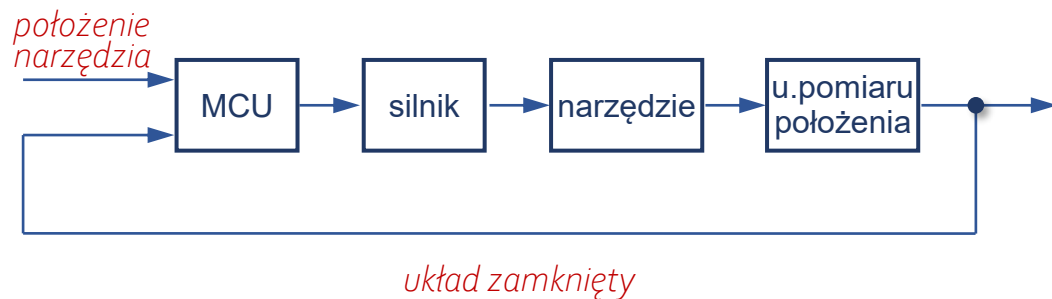
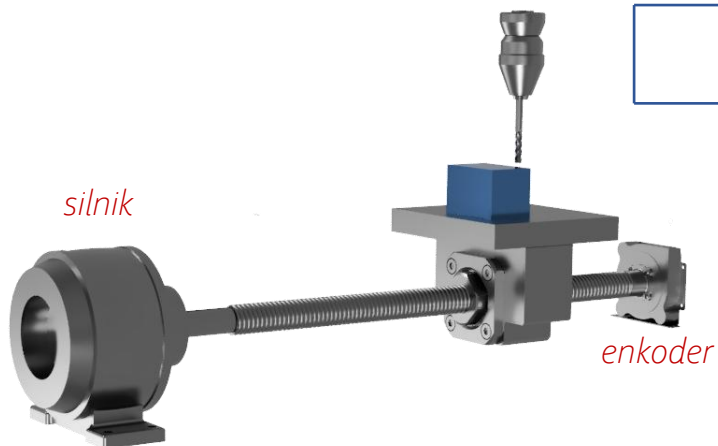
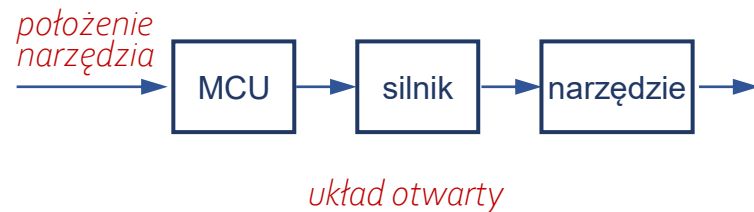
[CNC milling: how 3 axis, 4 axis, 5 axis working?](#)

[The Axis Is NOT Coordinate Axis In CNC Machining - Comparing 3-Axis and 5-Axis CNC Machines](#)
[5-Axis VERSUS 3-Axis - Which Would You Choose UMC-500SS or VF-4SS](#)

Osie sterowane numerycznie

Sterowanie ruchem osi może być realizowane w:

- układzie otwartym,
- układzie zamkniętym.



Obrabiarki

obrabiarka konwencjonalna

obrabiarka CNC

inicjalizacja

ustawianie obrabiarki realizowane ręcznie przez pracownika

ładowanie programu NC do MCU

sterowanie

sterowanie realizowane ręcznie przez pracownika (dźwignie, pokrętła, przyciski)

sterowanie realizowane przez MCU

kontrola

kontrola obrabianego przedmiotu przeprowadzana przez pracownika

kontrola obrabianego przedmiotu przeprowadzana na bieżąco za pomocą zintegrowanych czujników obrabiarki



zalety

- mogą być używane w sposób ciągły
- wyłączenia konieczne jedynie w celu konserwacji
- po zaprogramowaniu ingerencja człowieka może być potrzebna do założenia i zdjęcia przedmiotu
- oprogramowanie używane do sterowania może być aktualizowane
- szkolenie z obsługi maszyn CNC można realizować za pomocą oprogramowania wirtualnego
- proces produkcyjny może być symulowany
- skrócony czas obróbki
- wysoka dokładność

wady

- wysokie początkowe inwestycje (cena obrabiarki CNC jest zazwyczaj wyższa od ceny obrabiarki konwencjonalnej)
- wysokie koszty operacyjne (duże zapotrzebowanie na energię elektryczną)
- wysokie koszty konserwacji i napraw
- potrzebne regularne kontrole
- nie zawsze mogą być zastosowane (ograniczenia związane z rodzajem materiału i pola obróbki maszyny)
- wymagają kontrolowanych warunków otoczenia (temperatura, wilgotność, pył)
- wymagają napisania programu NC (może być przygotowany w oprogramowaniu CAM na podstawie projektu CAD)

Zastosowania

materiały	rodzaje obrabiarek CNC
• metale (aluminium, stal, mosiądz) • tworzywa sztuczne (akryl, PVC) • materiały drewniane (drewno, sklejka) • materiały kompozytowe (kompozyty szklane i węglowe) • pianka • kamień • szkło • ceramika • tekstylia • guma	• frezarki • tokarki • szlifierki • wiertarki • spawarki • maszyny do cięcia (laserowe, plazmowe, elektronowe, płomieniowe, strumieniem wody) • maszyny do obróbki elektroerozyjnej • prasy krawędziowe

[EPE Foam CNC Cutting & Milling Machine](#)

You [Maszyna do laserowego cięcia blachy LS7 | BLM GROUP](#)

Tube [Plasma cutting steel](#)

[15-20mm Rubber Plate Cutting By High 400W Oscillating Knife CNC Cutting Machine](#)

[The Legendary Works Created by Wood Carving Machines](#)

Rynek CNC

Dostawcy systemów sterowania

FANUC	– Japonia
Siemens	– Niemcy
HuazhongCNC	– Chiny
Heidenhain	– Niemcy
Mazak	– Japonia
Mitsubishi	– Japonia
Haas	– USA
Fagor	– Hiszpania
NUM	– Francja
Bosch Rexroth	– Niemcy



Siemens SINUMERIK

SINUMERIK

system sterowania
obrabiarek CNC firmy
Siemens,

w zależności od
przeznaczenia i
wyposażenia obrabiarek
używane są:

- SINUMERIK 808D
- SINUMERIK 828D
- SINUMERIK 840D sl
- SINUMERIK ONE



SINUMERIK 808D

- Kompaktowe i pulpitowe CNC
- Technologia: toczenie i frezowanie
- Maks. 5 osi/wrzecion
- 1 kanał obróbki
- Kolorowy wyświetlacz 7,5"/8,4"
- S7-200 PLC

SINAMICS V60
SIMOTICS
S-1FL5

SINAMICS V70
SIMOTICS
S-1FL6

SINUMERIK
808D

SINUMERIK
808D
ADVANCED

Klasa Podstawowa



SINUMERIK 828D

- Kompaktowe i pulpitowe CNC
- Technologia: toczenie i frezowanie, funkcje szlifowania
- Maks. 10 osi/wrzecion i 2 osie pomocnicze
- Maks. 2 kanały obróbki
- Kolorowy wyświetlacz 8,4"/10,4"
- S7-200 PLC

SINAMICS S120

SINAMICS S120 Combi

SINUMERIK
828D BASIC

SINUMERIK
828D

SINUMERIK
828D
ADVANCED

Klasa Kompakt



SINUMERIK 840D sl

- Modułowe CNC bazujące na napędach serwo
- Multitechnologia CNC
- Maks. 93 osie/wrzeciona i dowolna ilość osi PLC
- Maks. 30 kanałów obróbki
- Modułowy panel
- Kolorowy wyświetlacz maks. 19"
- SIMATIC S7-300 PLC

SINAMICS S120
Combi

SINAMICS S120

SINUMERIK
840D sl BASIC

SINUMERIK
840D sl

Klasa Premium

Sinutrain for SINUMERIK Operate

Sinutrain

program umożliwiający emulację pracy obrabiarki z systemem SINUMERIK w wersjach 828D i 840Dsl (**SINUMERIK Operate** – interfejs graficzny operatora), pozwala na tworzenie i symulację działania programów NC bez dostępu do maszyny.

Zastosowania

- szkolenia w zakresie programowania,
- przygotowanie programów technologicznych przed ich uruchomieniem na obrabiarce,
- Marketing, demonstracja wykonywanego detalu.



Podstawowa wersja demonstracyjna (bezpłatna) pozwala na pełną symulację jednej standardowej tokarki i jednej standardowej frezarki:

<https://www.siemens.com/pl/pl/produkty/automatyka/systemy/cnc4you/sinutrain/v4-8.html>